

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-369209

(43)Date of publication of application : 20.12.2002

(51)Int.Cl.

H04N 7/32

H03M 7/36

(21)Application number : 2002-145145

(71)Applicant : THOMSON LICENSING SA

(22)Date of filing : 20.05.2002

(72)Inventor : FRANCOIS EDOUARD
KYPREOS JEAN
THOREAU DOMINIQUE

(30)Priority

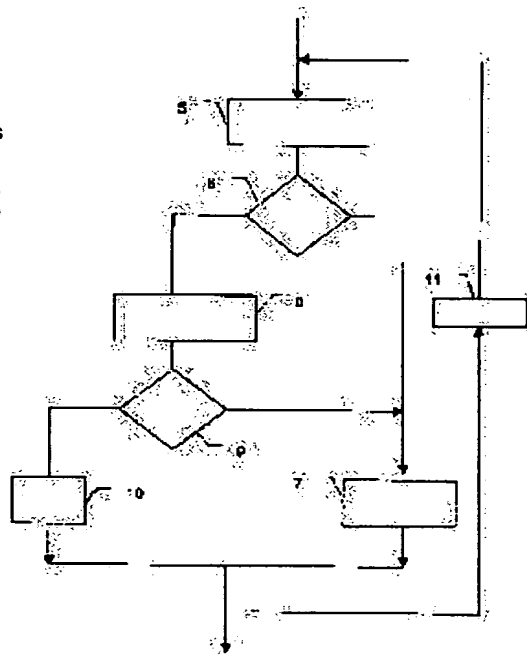
Priority number : 2001 200106648 Priority date : 21.05.2001 Priority country : FR

(54) METHOD AND EQUIPMENT FOR ENCODING VIDEO USING MPEG4 STANDARD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an equipment for encoding video which enable encoding of a macroblock at a low cost, while suppressing defects of image.

SOLUTION: Encoding of a macro block of a P-type image comprises a means for preventing a 'skipped macroblock' mode, based on the correlation information which measures the correlation between this macroblock or a macroblock, at the same place in a preceding I or P image, and a macroblock at the same place in a B-type image which is to be encoded next.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-369209

(P2002-369209A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 4 N 7/32		H 0 3 M 7/36	5 C 0 5 9
H 0 3 M 7/36		H 0 4 N 7/137	Z 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-145145(P2002-145145)
(22) 出願日 平成14年 5月20日 (2002. 5. 20)
(31) 優先権主張番号 0 1 0 6 6 4 8
(32) 優先日 平成13年 5月21日 (2001. 5. 21)
(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 501263810
トムソン ライセンシング ソシエテ ア
ノニム
Thomson Licensing
S. A.
フランス国, エフ-92100 ブローニュ
ビヤンクール, ケ アルフォンス ル
ガロ, 46番地
(72) 発明者 エドワール フランソワ
フランス国, 35890 プール・デ・コーン
ト, アレ・デュ・ロカール 18
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦 (外 2 名)

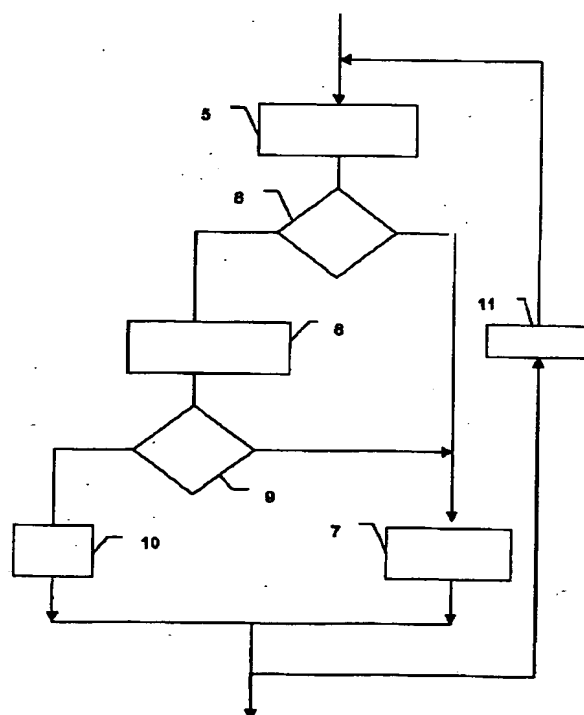
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MPEG 4 標準を用いたビデオ符号化の方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 画像の欠陥を抑えつつ低い費用でマクロブロックの符号化を行うビデオ符号化の方法及び装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の装置は、Pタイプの画像のマクロブロックの符号化について、このマクロブロック又は先行するI又はP画像の同じ位置のマクロブロックと符号化の順序で次のBタイプの画像の同じ位置のマクロブロックとの相関を測定した相関情報に基づいて、「スキップド・マクロブロック」モードを防止する手段を含むことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 I、P及びBタイプの画像を含み、表示の順序を考えた場合にBタイプの画像の群が下界についてはI又はPタイプの先行する画像で限られ上界についてはPタイプの次の画像で限られる画像シーケンスを、最も最近符号化されたI又はP画像に置かれた同じ位置のマクロブロックが飛ばされた（スキップされた）場合は、符号化されるべき次のB画像に属するマクロブロックをゼロの動きベクトルを用いた前方向予測モードで（「前方向予測」）強制的に符号化する「スキップド・マクロブロック」符号化モードで符号化する、ビデオ符号化方法であって、

Bタイプの画像のブロック又はマクロブロックに割り当てられ、上記Bタイプの画像と上記Bタイプの画像の群を限るいずれかの画像の同じ位置のブロック又はマクロブロックとの相関を決める相関レベルを計算する段階と、

上記レベルを所定の閾値と比較する段階と、

Bタイプの画像の上記同じ位置のブロック又はマクロブロックに割り当てられた相関レベルが上記閾値よりも低い場合に、上界のPタイプの画像のブロック又はマクロブロックの「スキップド・マクロブロック」符号化モードを防止する段階とを含むことを特徴とする方法。

【請求項2】 上界に対応するPタイプの画像のマクロブロックの符号化のために、上記符号化が「スキップド・マクロブロック」モードに適合するかを判定する前符号化段階と、判定結果が肯定的であれば、Bタイプの各画像の同じ位置のマクロブロックについての相関レベルを計算する段階と、

得られたレベルを所定の閾値と比較する段階と、

上記レベルがBタイプの画像の各マクロブロックの所定の閾値のよりも高い場合は「スキップド・マクロブロック」モードで、或いは、逆の場合はゼロの動きベクトルを用いた符号化モードで、現在のマクロブロックを符号化する段階とを含むことを特徴とする、請求項1記載の方法。

【請求項3】 上記相関レベルはパラメータSADに基づいて計算され、

パラメータSADは、

【数1】

$$SAD_{cur} = \left(\sum_{i,j=0}^{i,j=15} |B_{cur}(i,j) - IP_{prev}(i,j)| \right)$$

、但し、

i, j : マクロブロック中の画素の列及び行の添え字、
cur : 2つの画像I又はPとPとの間に置かれるBタイプの画像の添え字、

B_{cur} : 異なる測定が実行される現在のタイプBの画像、

IP_{prev} : 表示の順序では先行するI又はPタイプの画像、

SAD_{cur} : 差の絶対値の和、

と表わされる、請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 上記相関レベルはパラメータSADに基づいて計算され、パラメータSADは、

【数2】

$$SAD_{cur} = \left(\sum_{i,j=0}^{i,j=15} |B_{cur}(i,j) - P_{next}(i,j)| \right)$$

、但し、

i, j : マクロブロック中の画素の列及び行の添え字、
cur : 2つの画像I又はPとPとの間に置かれるBタイプの画像の添え字、

B_{cur} : 異なる測定が実行される現在のタイプBの画像、

P_{next} : 表示の順序では次のPタイプの画像、

SAD_{cur} : 差の絶対値の和、

と表わされる、請求項1又は2記載の方法。

【請求項5】 相関レベルを計算する基となるBタイプの画像の群を限る一つの又は他の画像は、表示の順序では、Bタイプの画像の群に先行するI又はPタイプのローカルに復号化された画像、又は、Bタイプの画像の群に続くPタイプのローカルに復号化された画像であることを特徴とする、請求項1記載の方法。

【請求項6】 上記閾値は、ブロック或いはマクロブロックの量子化間隔又は、画像の平均量子化間隔の関数として予め決められることを特徴とする、請求項1記載の方法。

【請求項7】 画像のシーケンスの符号化のためにMP EG 4標準を用いる符号化装置であって、Pタイプの画像のマクロブロックの「スキップド・マクロブロック」符号化モードを、符号化の順序で、上記マクロブロック又は先行するI又はP画像の同じ位置のマクロブロックとBタイプの次の画像の同じ位置のマクロブロックとの相関を測定した相関情報に基づいて防止する手段を含むことを特徴とする符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像シーケンスのビデオ符号化の方法及び装置に関する。本発明は、特に、Bタイプの先行する画像の空間的・時間的内容に関してPタイプの画像のマクロブロック（MB）の予測のモードを選択する方法及び装置に関連する。

【0002】 技術分野は、ビデオ圧縮と、例えば、離散コサイン変換（DCT）、変換された係数の量子化、動きの推定及び補償、固定長及び可変長の符号化といったアルゴリズムツールの前後関係に関する。符号化されるべき画像は、イントラタイプはインタータイプであり、

インタータイプではP（予測）タイプ又はB（双方向予測）タイプである。

【0003】

【従来の技術】以下、画像、又は、MPEG4標準では必ずしも矩形でなくともよい画像エンティティを示す用語であるVOP（Video Object Plane）について区別なく説明するものとする。「同じ位置のマクロブロック」なる用語は、他の画像において空間的に同じ位置に置かれたマクロブロックを指すものとする。

【0004】MPEG標準においてBタイプの画像即ちB画像に属するマクロブロックの予測モードの選択は、最後に符号化された予測された参照P画像の「同じ位置の」マクロブロックに適用される符号化モードに強く依存する。ビデオ符号化に関するMPEG4標準ISO/IEC14496-2は、スキップド・マクロブロック（skipped macroblock）（7. 6. 9. 6章）に関する限り、最も最近復号化されたI又はPのビデオオブジェクト平面（I-VOP又はP-VOP）に位置する同じ位置のマクロブロックが飛ばされれば、B画像に属するマクロブロックはゼロの動きベクトルを用いて前方向（forward）予測モード（「前方向予測」）で処理される。

【0005】言い替えれば、P画像のマクロブロックが飛ばされれば、即ち、符号化されなければ、表示の順序では、Bタイプの先行する画像に属する「同じ位置の」マクロブロックは、表示の順序では先行する参照画像を用いた特別な内挿モードによりゼロのベクトルを介して再構成されねばならない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この概念は、画像シーケンスの内容はI又はPのタイプの2つの画像の間の時間的な静止の度合いの最小に従うという原理から始まったものである。これは、従来のものとされうる内容（TVシーン、映画、テレビ電話、テレビ会議）について成り立つ。一方、モンタージュ、ビデオクリップ、特殊効果の与えられた映画の場面の場合は、この静止の度合いには従わず、画像は先行する画像及び次の画像の内容に対して全く関係がなくなる可能性がある。結果として、この単独の画像がBタイプである場合、最近符号化されたP画像中で対応するものが「スキップ」されている（飛ばされている）B画像のマクロブロックは、最初の情報とは無関係の情報と共に再構成される。視覚的に、結果は、瞬間的であるがひどいものとなり、マクロブロックの大きさの欠陥によって特徴付けられる。

【0007】図1は、P-VOP（Pタイプの画像）中の符号化されていないマクロブロックについて生じうる問題を示す図である。画像シーケンスは、例えば4つの連続する画像VOP1乃至VOP4からなる。画像VOP1及びVOP4はPタイプ画像（P-VOP）であり、画像VOP2及びVOP3はBタイプ画像（B-V

OP）である。最も最近復号化されたP-VOPはVOP4である。B-VOP3が復号化される時、P-VOP4の同じ位置のマクロブロックが符号化されていないかぎり、P-VOP1のマクロブロックのうちの幾つかはそのままB-VOP3へ複製され、P-VOP4のこれらのマクロブロックは同様にP-VOP1のマクロブロックに対する複製である。このように、このB-VOPには多くの黒いマクロブロックが現れる。

【0008】本発明は上述の欠点を軽減することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、I、P及びBタイプの画像を含み、表示の順序を考えた場合にBタイプの画像の群が下界についてはI又はPタイプの先行する画像で限られ上界についてはPタイプの次の画像で限られる画像シーケンスを、最も最近符号化されたI又はP画像に置かれた同じ位置のマクロブロックが飛ばされた（スキップされた）場合は、符号化されるべき次のB画像に属するマクロブロックをゼロの動きベクトルを用いた前方向予測モードで（「前方向予測」）強制的に符号化する「スキップド・マクロブロック」符号化モードで符号化する、ビデオ符号化方法であって、Bタイプの画像のブロック又はマクロブロックに割り当てられ、Bタイプの画像とBタイプの画像の群を限るいずれかの画像の同じ位置のブロック又はマクロブロックとの相関を決める相関レベルを計算する段階と、レベルを所定の閾値と比較する段階と、Bタイプの画像の同じ位置のブロック又はマクロブロックに割り当てられた相関レベルが閾値よりも低い場合に、上界のPタイプの画像のブロック又はマクロブロックの「スキップド・マクロブロック」符号化モードを防止する段階とを含むことを特徴とする方法を提供することを目的とする。

【0010】本発明の実施例では、方法は、上界に対応するPタイプの画像のマクロブロックの符号化のために、符号化が「スキップド・マクロブロック」モードに適合するかを判定する前符号化段階と、判定結果が肯定的であれば、Bタイプの各画像の同じ位置のマクロブロックについての相関レベルを計算する段階と、得られたレベルを所定の閾値と比較する段階と、レベルがBタイプの画像の各マクロブロックの所定の閾値のよりも高い場合は「スキップド・マクロブロック」モードで、或いは、逆の場合はゼロの動きベクトルを用いた符号化モードで、現在のマクロブロックを符号化する段階とを含むことを特徴とする。

【0011】本発明の実施例では、相関レベルはパラメータSADに基づいて計算され、パラメータSADは、

【0012】

【数3】

$$SAD_{cur} = \left(\sum_{i,j=0}^{15} |B_{cur}(i,j) - IP_{prev}(i,j)| \right)$$

、但し、

i, j : マクロブロック中の画素の列及び行の添え字、
cur : 2つの画像I又はPとPとの間に置かれるBタイプの画像の添え字、

B_{cur} : 異なる測定が実行される現在のタイプBの画像、

IP_{prev} : 表示の順序では先行するI又はPタイプの画像、

SAD_{cur} : 差の絶対値の和、
と表わされる。

【0013】本発明の実施例では、相関レベルはパラメータSADに基づいて計算され、パラメータSADは、

【0014】

【数4】

$$SAD_{cur} = \left(\sum_{i,j=0}^{15} |B_{cur}(i,j) - P_{next}(i,j)| \right)$$

、但し、

i, j : マクロブロック中の画素の列及び行の添え字、
cur : 2つの画像I又はPとPとの間に置かれるBタイプの画像の添え字、

B_{cur} : 異なる測定が実行される現在のタイプBの画像、

P_{next} : 表示の順序では次のPタイプの画像、

SAD_{cur} : 差の絶対値の和、
と表わされる。

【0015】本発明の実施例によれば、相関レベルを計算する基となるBタイプの画像の群を限る一つの又は他の画像は、表示の順序では、Bタイプの画像の群に先行するI又はPタイプのローカルに復号化された画像、又は、Bタイプの画像の群に続くPタイプのローカルに復号化された画像である。

【0016】本発明はまた、画像のシーケンスの符号化のためにMPEG4標準を用いる符号化装置であって、Pタイプの画像のマクロブロックの「スキップド・マクロブロック」符号化モードを、符号化の順序で、マクロブロック又は先行するI又はP画像の同じ位置のマクロブロックとBタイプの次の画像の同じ位置のマクロブロックとの相関を測定した相関情報に基づいて防止する手段を含むことを特徴とする符号化装置を提供することを目的とする。

【0017】本発明の主な利点は、画像符号化の特定の条件下で欠陥のあるマクロブロックの出現を含む表示欠陥を防止することである。これにより、復号化された画像の復元の質は改善される。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の他の特徴及び利点は、制限的でない例として与えられ、添付の図面を参照に関して与えられる以下の説明から明らかとなろう。

【0019】図2は、上部に、復号化の順序、従って符号化の順序で一連の画像又は平面VOPを示し、下部に、表示の順序で一連の画像を示す図である。尚、最も最近復号化されたP-VOP（Pタイプのオブジェクト平面）はそれが参照しているB-VOPの後に表示される。

【0020】図3は、参照番号3で示されるB-VOPの現在のマクロブロック1の復号化を図式的に示す図である。この復号化は、前に復号化された参照番号4で示されるP-VOPの同じ位置のマクロブロック2を考慮に入れる。同じ位置のマクロブロック2が符号化されない場合（「スキップド・マクロブロック」モード）、マクロブロック1は、同じ位置のマクロブロックの単純な「前方向」予測により、即ち、この同じ位置のマクロブロックの単純な複製によって構築される。参照番号3で示される画像は、例えば、図2の上部に示される画像の列のうちの第3の画像に対応し、参照番号4で示される画像は第2の画像に対応し、その場合、前方向予測は、第1の画像、即ち本例ではI-VOPから生ずる。

【0021】本発明は、Bタイプの画像の復元の欠陥を除去するよう、Pタイプの画像に属するマクロブロックの符号化モードの選択を条件的とするという考えに基づく。実際は、Bタイプの間画像がそれらに並べて配置される一方又は両方の端の画像と時間的に相関があるかを確かめることによって行う。

【0022】P画像のレベルにおいて、マクロブロックが「スキップド・マクロブロック」モードの候補であるとき、表示即ち時間的な順序で、先行する各画像Bの同じ位置のマクロブロックについて、このマクロブロックと表示の順序で先行するI又はP画像の対応するマクロブロックとの間の差の絶対値の和SADを計算する。SADは、

【0023】

【数5】

$$SAD_{cur} = \left(\sum_{i,j=0}^{15} |B_{cur}(i,j) - IP_{prev}(i,j)| \right)$$

、但し、

i, j : マクロブロック中の画素の列及び行の添え字、
cur : 2つの画像I又はPとPとの間に置かれるBタイプの画像の添え字、

B_{cur} : 異なる測定が実行される現在のタイプBの画像、

IP_{prev} : (表示の順序では) 先行するI又はPタイプの画像、

SAD_{cur} : 差の絶対値の和、
であるとする。

【0024】B画像のマクロブロックに対応する SAD_{cur} のうち、少なくとも1つが所与の閾値を超過し、従って相関のレベルが不十分であることを表わす場合、符号化されるべきP画像もマクロブロック、即ち「スキップド・マクロブロック」モードの候補は、強制的に「符号化」モードとされ、即ちそのベクトルが符号化され、DCT係数の観点からの内容もまた同様とされる。特に量子化間隔が不変のままであれば、このマクロブロックは「スキップド・マクロブロック」モードでの符号化の可能性を生じさせた相関により一般的には空である。

【0025】逆の場合、即ち、 SAD_{cur} の全ての値が閾値以下であり、マクロブロックの相関を表わす場合、P画像のマクロブロックは「スキップド・マクロブロック」モードにあることが確かめられる。

【0026】P画像のマクロブロックの符号化を、即ち、「スキップ」されないことを強制することにより、画像Bのマクロブロックは同様に強制的に符号化モードとされ、従って「スキップ」されない。符号化は、これらのマクロブロックの実際の内容を考慮に入れ、表示の欠陥を防止する。

【0027】和 SAD の計算は、もちろん1つの実施例として挙げたものであって、画像のブロック又はマクロブロック間の相関のレベル、即ち、画像間のブロック又はマクロブロックの内容の変化を決める任意のパラメータは、本発明の範囲を逸脱することなく使用されうる。

【0028】マクロブロックの和 SAD の計算は、ソース画像又は再構成された画像を考慮に入れて行われうる。計算は、例えば、B画像と、表示の順序で、先行するソースのI又はP画像との間、B画像と、表示の順序で、先行するソースのI又はP画像のローカルに復号化されたI又はP画像との間、B画像と、表示の順序で、次のソースのP画像のローカルに復号化されたP画像、即ち以前に復号化されたものとの間、B画像と、表示の順序で、次のソースのP画像との間で行われうる。

【0029】B画像のマクロブロックに割り当てられる相関レベルの評価は、実際には、このマクロブロックと先行するI又はP画像の同じ位置のマクロブロックとの間、又は、このマクロブロックと表示の順序で考えた場合は次のP画像の同じ位置のマクロブロックとの間のいずれかで実行されうる。後者の場合は、 SAD を計算する式は、 $I_{P_{prev}}$ が表示の順序では次のPタイプの画像に対応する P_{next} によって置き換えられている以外は同じである。

【0030】差の和の計算は、差の絶対値の和を計算する方法以外の方法でも実行されうる。従って、差の平方の和、マクロブロックを構成する4つの 8×8 ブロックの夫々

に見つけられる4つの最大誤差の和、を計算することが考えられる。もちろんこれらの例に限られるものではない。

【0031】従って、Pタイプの画像のマクロブロックを符号化するための符号化モードを決定する規準は、表示の順序で先行するBタイプの画像を考慮に入れる。これは、Pタイプの2つの画像の間、又は、Iタイプの画像とPタイプの画像との間にある全ての先行するBタイプの画像を含む。

【0032】相関レベルの比較対象である閾値は、画像のブロック又はマクロブロックの符号化に使用される量子化間隔の関数として決定されうる。

【0033】従って、「スキップド・マクロブロック」モードの制限数を、例えば画像全体の平均量子化間隔といった量子化間隔の関数として増加させることが可能である。量子化間隔が小さいということは、符号化器が符号化の限界でない（バッファメモリが飽和状態ではない等）ことを示し、符号化の費用を減少させること、従って、「スキップド・マクロブロック」モードを使用することはあまり必要ではない。同様に、大きい量子化間隔を使用することにより、係数の符号化における分解能のためにブロック間の相関が減少し、従って、閾値は大きい量子化間隔に対しては減少され、 SAD_{cur} モードをトリガするためにあまり多くの相関を必要としない。

【0034】図4は、符号化選択を決定するための符号化処理を示す簡単なフローチャートを示す図である。

【0035】ステップ5において、符号化されるべき画像の添え字 i のマクロブロックを受け取る。次のステップ6において、このマクロブロックに対して可能な符号化モードを計算し、特に、「スキップド・マクロブロック」モードで符号化されうるかを計算し、マクロブロックが属する画像のタイプを考慮に入れる。P画像以外の画像であるとき、又は、Pタイプの画像の場合は符号化のために「スキップド・マクロブロック」モードが可能でないときは、ステップ7に進み、標準に従ってマクロブロックの従来の符号化を行う。

【0036】Pタイプの画像であり、「スキップド・マクロブロック」モードが適用される場合は、ステップ8へ進む。ステップ8は、表示の順序では先行するI又はPタイプの画像の同じ位置のマクロブロックと、表示の順序では先行するBタイプの各画像の同じ位置のマクロブロックとの間の値 SAD の計算を行う。次のステップ9において行われるテストにおいて、得られる値が所定の閾値よりも小さい場合、ステップ7に進み、MPEG4標準に従って「スキップド・マクロブロック」符号化が実際に行われる。 SAD のうちの少なくとも1つがこの閾値よりも大きければ、ステップ10へ進み、ゼロの動きベクトルを用いた符号化モードでマクロブロックの符号化を行う。

【0037】ステップ7又は10で符号化された添え字 i のマクロブロックは、画像の次のマクロブロックの符号化のために添え字 i が1だけインクリメントされる次の処理ステップ、即ちステップ11へ送られる。

【0038】本発明は、任意の種類のMPEG4タイプの符号化器、又は、上述のアルゴリズムを行う処理回路又は手段を使用する装置に関する。

【0039】本発明は、例えばMPEG4ビデオ符号化標準を用いるデジタル画像の伝送に適用される。

【図面の簡単な説明】

【図1】表示の欠陥を出現させる画像シーケンスの4つの画像の連続を示す図である。

【図2】種々の画像の復号化の順序及び表示の順序を示す図である。

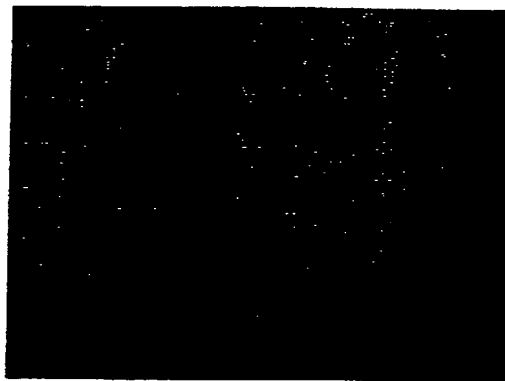
【図3】現在のマクロブロックの復号化を示す図である。

【図4】符号化処理を簡単に示すフローチャートである。

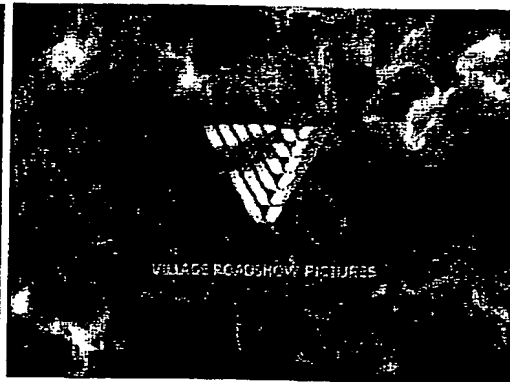
【符号の説明】

- 5 マクロブロックを受け取る段階
- 6 マクロブロック符号化モードを計算する段階
- 7 従来のマクロブロック符号化を行う段階
- 8 SADを計算する段階
- 9 SADと閾値を比較する段階
- 10 ゼロの動きベクトルを用いた符号化モードで符号化する段階
- 11 添え字 i をインクリメントする段階

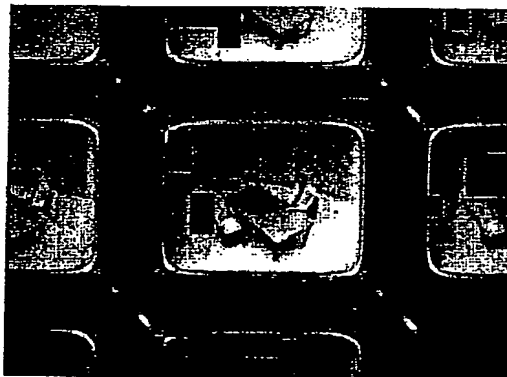
【図1】



VOP 1: P-VOP



VOP 2: B-VOP

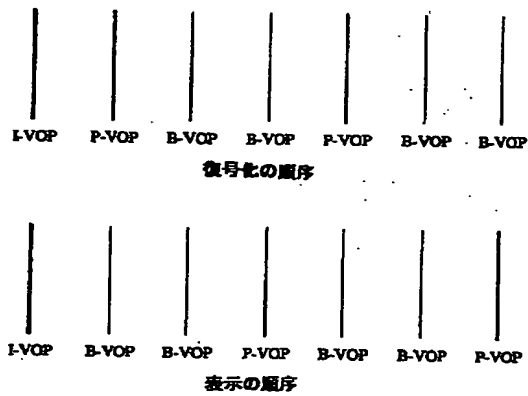


VOP 3: B-VOP

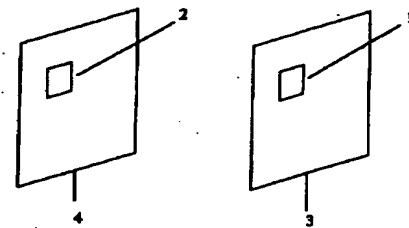


VOP 4: P-VOP

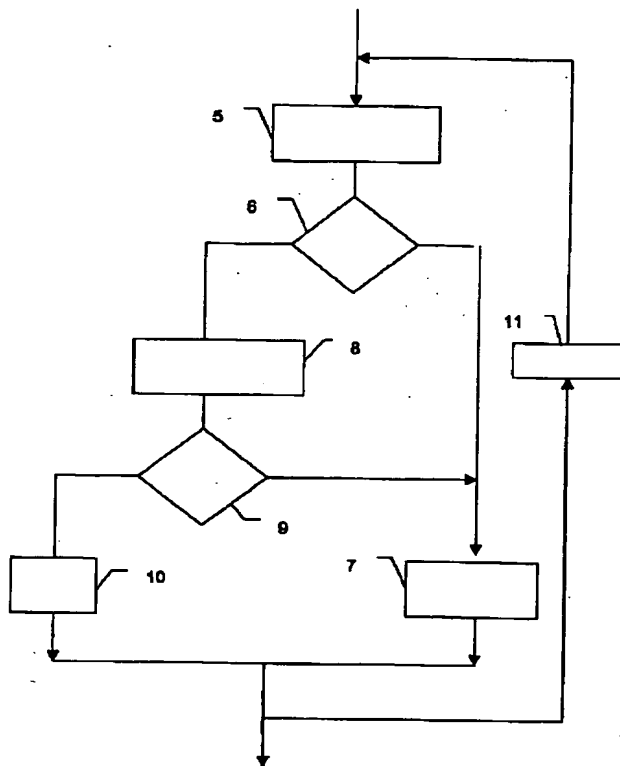
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ジャン キブレオ
フランス国, 35830 ベットン, リュ・エ
リク・サティエ 15

(72)発明者 ドミニク トロー
フランス国, 35510 セゾン・セヴィーニ
エ, リュ デュ レアージュ 39

F ターム(参考) 5C059 KK01 MA00 MA04 MA05 MA14
MA23 MC11 MC38 ME01 PP05
PP06 PP07 SS07 UA02
5J064 AA01 BB01 BB03 BC21 BC27
BD01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.